

GIÁ TRỊ CỦA CẮT LỚP VI TÍNH HAI MỨC NĂNG LƯỢNG TRONG PHÁT HIỆN ĐÁNH GIÁ PHÙ TỦY XƯƠNG Ở BỆNH NHÂN XEP ĐỐT SỐNG

Nguyễn Minh Hải¹, Đinh Trung Thành² và Phạm Hồng Đức^{1,2,✉}

¹Trường Đại học Y Hà Nội

²Bệnh viện Đa khoa Xanh Pôn

Nghiên cứu nhằm đánh giá giá trị của cắt lớp vi tính hai mức năng lượng (DECT) trong phát hiện phù tủy xương ở bệnh nhân xẹp đốt sống. Bao gồm 18 bệnh nhân với 128 thân đốt sống được chụp cả DECT và cộng hưởng từ. Kết quả cho thấy hình ảnh VNCA mã hóa màu cho tất cả các đốt sống trong chẩn đoán phù tủy xương có độ nhạy, độ đặc hiệu, giá trị tiên đoán dương, tiên đoán âm và độ chính xác lần lượt là 84,2%, 100%, 97,3% và 97,7%. Sự khác biệt về tỉ trọng trên ảnh hai mức năng lượng giữa các đốt sống có và không có phù tủy xương là có ý nghĩa thống kê ($p < 0,0001$), với AUC chung 0,935 và ngưỡng giá trị $-13,1$ HU, độ nhạy và độ đặc hiệu của DECT so với MRI trong phát hiện phù tủy xương là 89,5% và 91%. Như vậy, DECT là một phương tiện hữu ích so với cắt lớp vi tính thông thường, có thể cung cấp thêm thông tin về các đốt sống xẹp mới và có phù tủy xương. DECT cũng có thể dùng như một phương tiện bổ sung hoặc thay thế cho những bệnh nhân không có điều kiện hoặc chống chỉ định chụp cộng hưởng từ.

Từ khóa: Xẹp đốt sống, phù tủy xương, cắt lớp vi tính hai nguồn năng lượng, cắt lớp vi tính hai mức năng lượng, cộng hưởng từ.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xẹp đốt sống hay gãy nén đốt sống là loại chấn thương phổ biến ở các nước đã và đang phát triển. Tại Mỹ, khoảng 1 - 1,5 triệu trường hợp xẹp đốt sống xảy ra hàng năm. Dựa trên tỉ lệ mắc bệnh được điều chỉnh theo tuổi và giới tính, người ta ước tính rằng 25% phụ nữ từ 50 tuổi trở lên có ít nhất một hoặc nhiều đốt sống bị xẹp.¹ Có từ 40% đến 50% bệnh nhân trên 80 tuổi có một xẹp đốt sống cấp tính hoặc được phát hiện ngẫu nhiên trong khi đi khám vì một bệnh lý khác.²

Hiện nay, cộng hưởng từ là phương pháp tiêu chuẩn trong chẩn đoán phù tủy xương thân đốt sống. Tuy nhiên, cộng hưởng từ cũng có

những hạn chế nhất định: cấu trúc vỏ xương và các bề xương không được hình dung đầy đủ, cộng hưởng từ có thể không thực hiện được do chứng sợ không gian kín (claustrophobia), cấy ghép (máy tạo nhịp thể hệ cũ, vật ghép kim loại...) hoặc cần thời gian khám ngắn (bệnh nhân đau, cử động nhiều...).³

Cắt lớp vi tính thường cũng có nhiều hạn chế trong chẩn đoán đốt sống phù tủy xương cấp. Đó là khó phát hiện đốt sống bị phù tủy xương chưa xẹp hoặc đốt sống xẹp thì không rõ đâu là đốt sống xẹp cũ (mạn) và đốt sống xẹp mới (cấp). Phát hiện này rất quan trọng trong việc đưa ra quyết định điều trị với những đốt sống bị phù tủy xương cấp dù có bị xẹp hay không. Phương pháp điều trị thường được chỉ định là tạo hình đốt sống qua da, can thiệp này ở bệnh nhân có phù tủy xương giúp cải thiện triệu chứng một cách rõ ràng hơn so với các bệnh nhân không có phù tủy xương.⁴

Tác giả liên hệ: Phạm Hồng Đức

Trường Đại học Y Hà Nội

Email: phamhongduc@hmu.edu.vn

Ngày nhận: 17/04/2023

Ngày được chấp nhận: 10/05/2023

Những tiến bộ trong công nghệ cắt lớp vi tính hai nguồn/ hai mức năng lượng đã cải thiện khả năng của cắt lớp vi tính trong mô tả và phân biệt các chất khác nhau theo sự phân tích vật chất, đã mở ra một cách tiếp cận mới để đánh giá phù tủy xương.⁵ Trong nước, hiện chưa có nghiên cứu nào về ứng dụng trong đánh giá tổn thương này của DECT. Nghiên cứu của chúng tôi nhằm đánh giá mức độ khả thi của DECT trong việc thay thế cộng hưởng từ để phát hiện phù tủy xương do xẹp đốt sống ở những trường hợp đặc biệt (cần thời gian chụp nhanh, đánh giá ban đầu, chụp cấp cứu ngoài giờ, và bệnh nhân có chống chỉ định cộng hưởng từ) ở cơ sở có máy chụp DECT sẵn có.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

1. Đối tượng

Nghiên cứu gồm 18 bệnh nhân xẹp đốt sống có đau cấp tính gồm cả bệnh nhân chấn thương và không rõ chấn thương, đều được chụp đầy đủ DECT và cộng hưởng từ, không có bệnh lý u hay viêm gây thay đổi tỉ trọng tủy xương, tại Bệnh viện Đa khoa Xanh Pôn, trong thời gian từ tháng 8/2017 đến tháng 11/2022.

2. Phương pháp

DECT được thực hiện trước để đánh giá tổn thương thân đốt sống, sau đó bệnh nhân được chụp cộng hưởng từ bổ sung. Vị trí đoạn chụp tùy thuộc vào vị trí đau trên lâm sàng và đốt sống tổn thương được nghi ngờ trên X-quang để chọn đoạn chụp tương ứng, nếu nghi ngờ đốt sống ngực thì chụp cột sống ngực và vẫn lấy hết đoạn thắt lưng. Tổng số đốt sống chúng tôi đưa vào nghiên cứu là các đốt sống được thấy trên DECT, gồm 128 đốt sống trên 18 bệnh nhân.

Thu thập và xử lý hình ảnh DECT

Chụp cắt lớp vi tính cột sống được thực hiện trên máy chụp cắt lớp vi tính 384 dãy hai nguồn năng lượng thế hệ thứ ba (Somatom Force; Siemens Healthineers, Đức) được trang

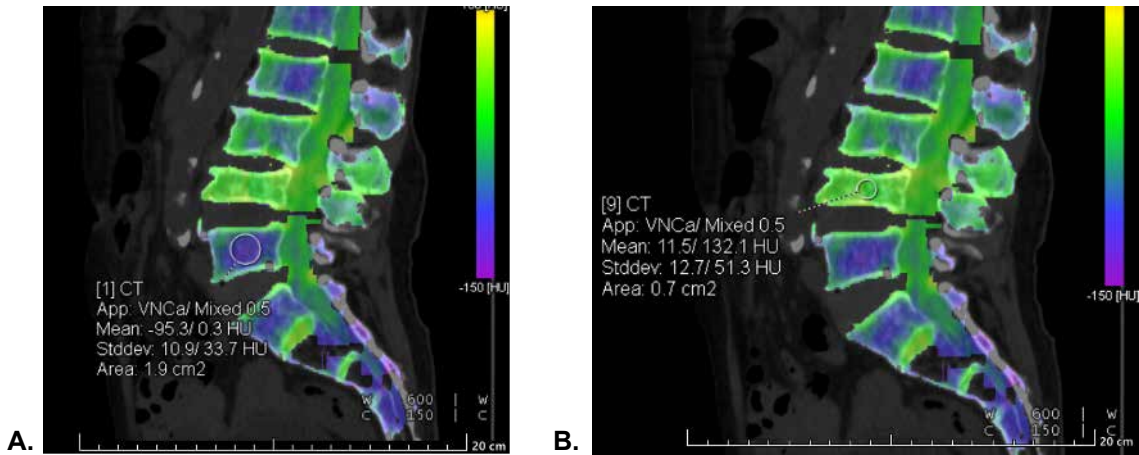
bị hai bóng phát tia X. Điện áp bóng được đặt ở 80kV (bóng A, 450mAs) và 150kV (bóng B, 225mAs), với độ dày 2x192x0,6mm, bước nhảy pitch 0,6 và thời gian quay 0,5 giây. Không dùng thuốc cản quang đường tĩnh mạch. Sau khi chụp, ba bộ hình ảnh khác nhau được tạo ra, một bộ 80kVp, một bộ 150kVp và một bộ có trọng số trung bình được tính toán từ cả hai dữ liệu điện áp với tỷ lệ 0,5: 0,5 để tái tạo một bộ ảnh đơn năng lượng (sử dụng phương pháp bình quân). Hình ảnh cắt ngang (axial), đứng ngang (coronal) và đứng dọc (sagittal) được tái tạo cho cả ba tập dữ liệu với độ dày lát cắt là 1,5mm.

Hậu xử lý và đánh giá định tính hình ảnh DECT

Quá trình xử lý dữ liệu hai mức năng lượng được thực hiện trên phần mềm Syngovia (VB20A; Siemens Healthineers, Đức) bằng thuật toán phân tích ba vật liệu: xương, tủy vàng và tủy đỏ. Chúng tôi sử dụng thuật toán "Bone marrow" của phần mềm để tạo ra hình ảnh mã hóa màu cho phần tủy xương, thang bản đồ màu mặc định: tủy vàng được mã hóa màu xanh lam, tủy xương tăng tỉ trọng được mã hóa màu xanh lá cây (H.1 và H.2B). Các đốt sống được đánh giá trực quan để phát hiện sự thay đổi tỉ trọng bất thường của phù tủy xương.

Đánh giá định lượng hình ảnh DECT

Tỉ trọng hai mức năng lượng được đo trên hình ảnh VNCa mã hóa màu, mặt cắt sagittal bằng cách sử dụng các vùng quan tâm (ROI: region of interest) đặt tại vị trí có tỉ trọng cao nhất. Các đường viền ROI được đặt lớn nhất có thể, duy trì cách 2mm so với xương vỏ xương liền kề để chỉ bao gồm tủy xương trong vùng đánh giá. Trong trường hợp lún hoàn toàn vùng trung tâm, ROI được đặt ở vị trí có chiều cao được bảo toàn nhiều nhất. Với các đốt sống bình thường, ROI được đặt ở trung tâm thân đốt sống (H.1).



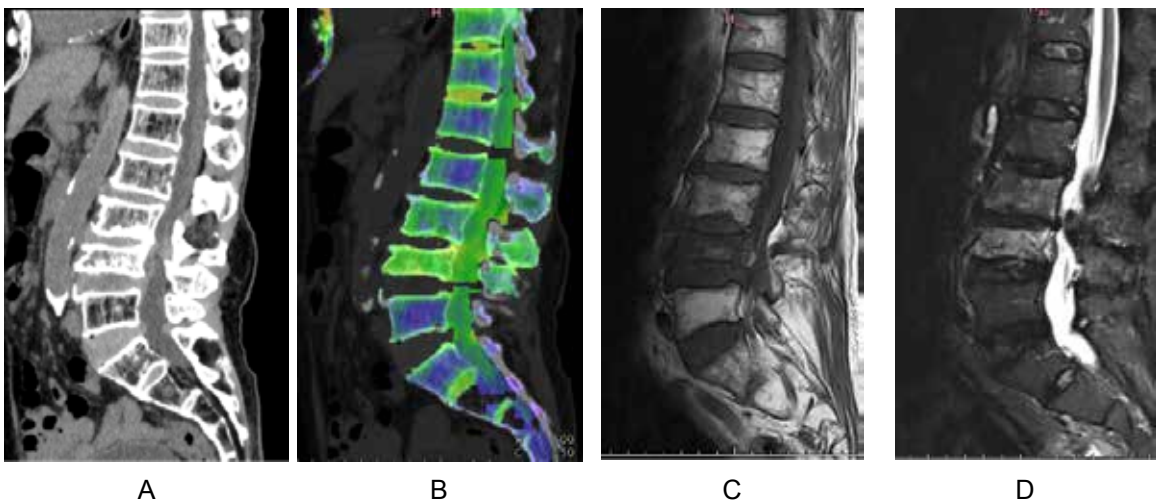
Hình 1. Hình VNCa mã hóa màu. Đốt sống bình thường có màu xanh lam (A) và đốt sống phù tủy xương có màu xanh lá cây (B). Hai đốt sống này được đo tỉ trọng bằng ROI

Thu thập và phân tích hình ảnh cộng hưởng từ

Chụp cộng hưởng từ cột sống được thực hiện trên máy chụp 3T (Skyra, Siemens Healthineers, Erlangen, Đức) hoặc máy chụp 1.5T (Sempra, Siemens). Các giao thức bao gồm hình ảnh T1W sagittal (matrix size 320 × 256; độ dày 4mm; repetition time 550ms; echo time 10ms) và STIR sagittal (matrix size 256

× 205; độ dày 4mm; repetition time 2500 ms; echo time 95 ms, inversion time 220ms). Phù tủy xương được xác định là các vùng giảm tín hiệu trên T1W và tăng tín hiệu trên STIR (H.2C-D).

Kết quả DECT và cộng hưởng từ được ít nhất 2/3 bác sĩ trong nhóm nghiên cứu độc lập cho từng phương pháp và đưa ra kết quả thống nhất chung.



Hình 2. Phạm Văn T, 90 tuổi. Tổn thương xẹp mới L4 (mũi tên): Hình cắt lớp vi tính trọng số trung bình (A). Hình ảnh VNCa mã hóa màu xử lý bởi thuật toán “Bone marrow” cho thấy có màu xanh lá cây (B). Trên cộng hưởng từ có giảm tín hiệu trên T1W (C) và tăng tín hiệu STIR (D)

Phân tích thống kê

Các giá trị tỉ trọng được ghi lại bằng các phương tiện số học và độ lệch chuẩn. Kiểm định phân bố giá trị tỉ trọng DECT, nếu là phân bố chuẩn sử dụng t-test, nếu không chuẩn sử dụng Mann-Whitney test. Phân tích đường cong ROC và tính toán diện tích dưới đường cong (AUC) để xác định giá trị cut-off tỉ trọng DECT có độ chính xác cao nhất trong chẩn đoán phù tủy xương. Tất cả các số liệu thống kê được phân tích bằng phần mềm SPSS 26.

3. Đạo đức nghiên cứu

Đây là một phần của đề tài tốt nghiệp cao học của tác giả và đã được thông qua hội đồng đề cương của Trường Đại học Y Hà Nội. Dữ liệu thông tin là nghiên cứu mô tả không can thiệp, nên không ảnh hưởng đến quyền và nghĩa vụ của bệnh nhân tham gia nghiên cứu. Chi phí phát sinh thêm do chụp cộng hưởng từ sẽ được nhóm nghiên cứu chi trả. Các thông tin thu thập được từ đối tượng nghiên cứu chỉ phục vụ mục đích nghiên cứu khoa học.

III. KẾT QUẢ

Nghiên cứu của chúng tôi gồm 18 bệnh nhân (5 nam và 13 nữ), với độ tuổi trung bình là $73,8 \pm 13,2$ tuổi (36 - 90). Trong 18 bệnh nhân có 6 bệnh nhân xẹp đốt sống ngực (33,3%), 10 bệnh nhân xẹp đốt sống thắt lưng (55,6%), 2 bệnh nhân xẹp cả đốt sống ngực và thắt lưng (11,1%). Số bệnh nhân xẹp 1 đốt sống là 14 (77,8%), xẹp 2 đốt sống là 3 (16,7%), có 1 bệnh

nhân xẹp từ 3 đốt sống trở lên (5,6%). Tổng hợp 18 bệnh nhân có 128 đốt sống đủ tiêu chuẩn đưa vào nghiên cứu.

Khi đánh giá định tính qua hình ảnh VNCA mã hóa màu có 16 đốt sống có phù tủy xương (12,5%), so với cộng hưởng từ phát hiện được 19 đốt sống phù tủy xương (14,8%). Các đốt sống có phù tủy xương trên hình ảnh VNCA đều giống với kết quả cộng hưởng từ. Có 3 đốt sống thấy phù tủy xương trên cộng hưởng từ nhưng không thấy được trên hình VNCA (Bảng 1). Đánh giá định tính qua hình ảnh VNCA mã hóa màu cho độ nhạy 84,2%, độ đặc hiệu và giá trị tiên đoán dương 100%, giá trị tiên đoán âm 97,3%, độ chính xác 97,7% khi tính chung cho tất cả các đốt sống.

Sự khác biệt về tỉ trọng hai mức năng lượng giữa các đốt sống có phù tủy xương là có ý nghĩa thống kê ($p < 0,0001$) khi so sánh trong nhóm toàn bộ các thân đốt sống, các đốt sống ngực và các đốt sống thắt lưng (Bảng 2). Biểu đồ hộp (box plot) minh họa rõ hơn tỉ trọng của các đốt sống có phù tủy xương cao hơn so với các đốt sống không phù (Biểu đồ 1).

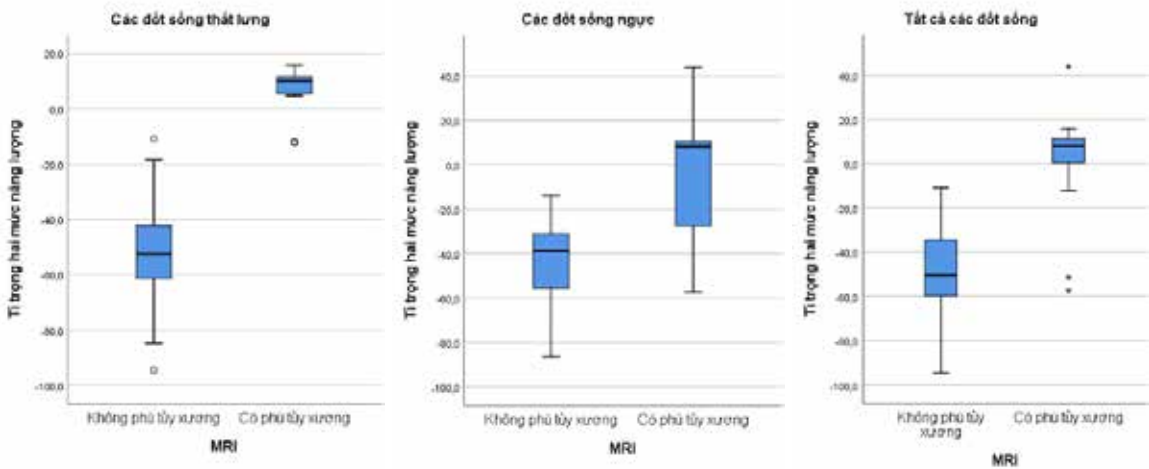
Sự khác biệt về tỉ trọng hai mức năng lượng giữa các đốt sống ngực và thắt lưng là không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Khi phân tích đường cong ROC cho tất cả các thân đốt sống, diện tích dưới đường cong (AUC) là 0,935, giá trị tỉ trọng hai mức năng lượng -13,1HU có độ nhạy 89,5% và độ đặc hiệu 91% trong phát hiện đốt sống bị phù tủy xương (Hình 3).

Bảng 1. Đặc điểm phù tủy xương các thân đốt sống trên DECT và cộng hưởng từ

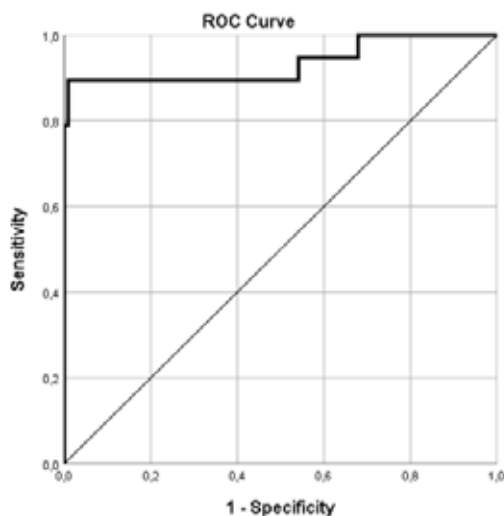
| Phương pháp | Cắt lớp vi tính | | Cộng hưởng từ | |
|---------------------|-----------------|-----------|---------------|-----------|
| | Số đốt sống | Tỉ lệ (%) | Số đốt sống | Tỉ lệ (%) |
| Đặc điểm | | | | |
| Có phù tủy xương | 16 | 12,5 | 19 | 14,8 |
| Không phù tủy xương | 112 | 87,5 | 109 | 85,2 |
| Tổng | 128 | 100 | 128 | 100 |

Bảng 2. Đặc điểm tỉ trọng hai mức năng lượng của các đốt sống

| Vị trí | Đặc điểm tổn thương | HU trung bình ± SD | p (t-test) |
|---------------------------------|---------------------|--------------------|------------|
| Toàn bộ (n = 128) | Có phù tủy xương | 1,8 ± 22,9 | < 0,0001 |
| | Không phù tủy xương | -48,8 ± 17,5 | |
| Các đốt sống ngực (n = 53) | Có phù tủy xương | -3,9 ± 34 | < 0,0001 |
| | Không phù tủy xương | -42,9 ± 17,9 | |
| Các đốt sống thắt lưng (n = 75) | Có phù tủy xương | 6,0 ± 9,5 | < 0,0001 |
| | Không phù tủy xương | -52,9 ± 16,2 | |



Biểu đồ 1. Tỉ trọng hai mức năng lượng của các thân đốt sống



Hình 3. Đường cong ROC tính từ giá trị tỉ trọng hai mức năng lượng có và không có phù tủy xương trên cộng hưởng từ (tính chung cho 128 đốt sống)

IV. BÀN LUẬN

Chụp DECT được đặc trưng bởi sự thực hiện của 2 bộ dữ liệu ảnh ở 2 phổ tia X khác nhau. Dữ liệu DECT được xử lý bằng kỹ thuật phân tích ba vật liệu, dựa trên các đặc tính hấp thụ photon khác nhau ở mức kilovolt thấp và cao của ba vật liệu được xác định trước là canxi, tủy đỏ, tủy vàng. Kỹ thuật này cho phép tạo ra hình ảnh canxi và hình ảnh VNCA, trong đó tỉ trọng cao của các bề xương được loại bỏ, cho phép hình dung trực tiếp tỉ trọng của tủy xương. Khả năng loại trừ các bề xương là một lợi thế quan trọng so với cắt lớp vi tính thông thường. Hình ảnh mã hóa màu cũng có thể được tạo ra bằng cách ghép chồng nội dung VNCA được mã hóa màu lên trên nội dung canxi ở thang độ xám để cho phép hợp nhất tỉ trọng tủy xương với hình ảnh giải phẫu.

Trong nghiên cứu của chúng tôi, tuổi trung bình của các bệnh nhân là $73,8 \pm 13,2$ tuổi, trẻ nhất là 36 tuổi, lớn tuổi nhất là 90 tuổi. Nhóm tuổi này cũng tương tự như các nghiên cứu của Cavallaro (tuổi trung bình 68 ± 16), Wang (61 ± 11 tuổi), do xẹp đốt sống được coi là tổn thương đặc trưng của loãng xương, đồng thời tỉ lệ loãng xương tăng lên theo tuổi. Tỉ lệ giới trong nghiên cứu của chúng tôi có tỉ lệ nữ chiếm 72,2%, tỉ lệ nam chiếm 27,8%, sự khác biệt có không ý nghĩa thống kê, tương tự như các nghiên cứu trong nước và thế giới, không có sự khác biệt trong tỉ lệ xẹp đốt sống ở nam và nữ.^{6,7}

Về mặt định tính, hình ảnh VNCA mã hóa màu có độ nhạy, độ đặc hiệu, giá trị tiên đoán dương cao trong phát hiện phù tủy xương khi so sánh với cộng hưởng từ là tiêu chuẩn chẩn đoán. Cơ chế sinh lí bệnh trong phù tủy xương là tăng thành phần nước và/ hoặc giảm thành phần mỡ trong tủy xương, từ đó có thể phát hiện một cách định tính qua hình ảnh VNCA mã hóa màu sử dụng thuật toán phân tích ba

vật liệu xương, tủy đỏ, tủy vàng. Kết quả của chúng tôi tương tự với các tác giả Wang, Bierry, Cavallaro.⁸⁻¹⁰

Về mặt định lượng, nghiên cứu của chúng tôi cũng cho thấy khả năng phát hiện phù tủy xương qua sự thay đổi tỉ trọng hai mức năng lượng đo trên hình ảnh VNCA mã hóa màu. Ngưỡng tỉ trọng hai mức năng lượng -13,1HU có độ nhạy 89,5% và độ đặc hiệu 91% trong phát hiện đốt sống bị phù tủy xương. Giá trị này cũng tương tự như nghiên cứu của Wang (2020) (-12,1HU), tuy nhiên khác biệt so với nghiên cứu của Wang (-80 HU), Bierry (35 HU), Cavallaro (-0,43HU).⁸⁻¹¹ Sự khác biệt này do protocol chụp khác nhau, kV năng lượng thấp và cao khác nhau, phần mềm xử lý hậu kì khác nhau, do đó kết quả thu được có thể không áp dụng được cho hãng máy và phần mềm xử lý khác. Đồng thời độ tuổi và tỉ lệ giới của các nghiên cứu khác nhau cũng ảnh hưởng đến kết quả tỉ trọng hai mức năng lượng.

Nghiên cứu có ba bệnh nhân có đốt sống bị phù tủy xương trên cộng hưởng từ nhưng không phát hiện được trên DECT. Một trường hợp có xẹp nhẹ, kín đáo ở mặt trên thân đốt sống. Hai trường hợp còn lại có sự thay đổi trên hình ảnh VNCA mã hóa màu và tỉ trọng chưa đủ rõ so với các đốt sống không phù, điều này có thể tương ứng với mức độ phù xương không nhiều trên cộng hưởng từ, đồng thời độ tuổi và mức độ loãng xương của bệnh nhân cũng có thể là yếu tố ảnh hưởng.¹⁰ Về mặt ứng dụng thực tiễn, nghiên cứu của chúng tôi cho thấy DECT có giá trị tiên đoán dương cao trong phát hiện phù tủy xương, các đốt sống có phù tủy xương trên DECT đều tương ứng tốt với cộng hưởng từ, qua đó có thể sử dụng DECT thay thế cho cộng hưởng từ trong các trường hợp đặc biệt; ngược lại, các trường hợp không thấy phù tủy xương trên DECT nhưng lâm sàng nghi ngờ

có thể kiểm tra thêm bằng cộng hưởng từ (nếu không có chống chỉ định).

Nghiên cứu của chúng tôi cũng có một số hạn chế nhất định. Đầu tiên là cỡ mẫu tương đối nhỏ (n = 18). Tuổi trung bình của các bệnh nhân tương đối cao, không đại diện được cho tất cả các bệnh nhân xẹp đốt sống ở các độ tuổi trẻ hơn. Nghiên cứu cũng chưa có dữ liệu về mật độ xương của các đối tượng nghiên cứu. Mật độ xương giảm có thể ảnh hưởng đến độ chính xác tới thuật toán phân tích ba vật liệu và tỉ trọng VNCA. Cần có thêm các nghiên cứu đánh giá cài đặt tối ưu cho thuật toán để phù hợp với các nhóm tuổi khác nhau.

V. KẾT LUẬN

DECT là một phương tiện hữu ích so với cắt lớp vi tính thông thường, có thể cung cấp thêm thông tin về các đốt sống mới xẹp và có phù tủy xương. DECT cũng có thể được sử dụng như một phương tiện bổ sung hoặc thay thế cho những bệnh nhân không có điều kiện hoặc chống chỉ định chụp cộng hưởng từ.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn các đồng nghiệp khoa CĐHA, Bệnh viện Xanh Pôn đã giúp đỡ chúng tôi hoàn thành nghiên cứu này.

Xung đột lợi ích và tài chính: Không.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Savage JW, Schroeder GD, Anderson PA. Vertebroplasty and Kyphoplasty for the Treatment of Osteoporotic Vertebral Compression Fractures: *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2014; 22(10): 653-664. doi:10.5435/JAAOS-22-10-653.
2. Kim HJ, Park S, Park SH, et al. Prevalence of Frailty in Patients with Osteoporotic Vertebral Compression Fracture and Its Association with Numbers of Fractures. *Yonsei Med J*. 2018;

59(2): 317-324. doi:10.3349/ymj.2018.59.2.317.

3. Kalb B, Indik JH, Ott P, Martin DR. MRI of patients with implanted cardiac devices: MRI in Patients With Cardiac Devices. *J Magn Reson Imaging*. 2018; 47(3): 595-603. doi:10.1002/jmri.25824.

4. Tanigawa N, Komemushi A, Kariya S, et al. Percutaneous Vertebroplasty: Relationship between Vertebral Body Bone Marrow Edema Pattern on MR Images and Initial Clinical Response. *Radiology*. 2006; 239(1): 195-200. doi:10.1148/radiol.2391050073.

5. Pache G, Krauss B, Strohm P, et al. Dual-Energy CT Virtual Noncalcium Technique: Detecting Posttraumatic Bone Marrow Lesions-Feasibility Study. *Radiology*. 2010; 256(2): 617-624. doi:10.1148/radiol.10091230.

6. Ho-Pham LT, Mai LD, Pham HN, Nguyen ND, Nguyen TV. Reference ranges for vertebral heights and prevalence of asymptomatic (undiagnosed) vertebral fracture in Vietnamese men and women. *Arch Osteoporos*. 2012; 7(1-2): 257-266. doi:10.1007/s11657-012-0106-z.

7. Papaioannou A, Watts NB, Kendler DL, Yuen CK, Adachi JD, Ferko N. Diagnosis and management of vertebral fractures in elderly adults. *The American Journal of Medicine*. 2002; 113(3): 220-228. doi:10.1016/S0002-9343(02)01190-7.

8. Wang Y, Chen Y, Zheng H, Huang X, Shan C, Bao Y. Detection of different degree traumatic vertebral bone marrow oedema by virtual non-calcium technique of dual-source dual-energy CT. *Clinical Radiology*. 2020; 75(2): 156.e11-156.e19. doi:10.1016/j.crad.2019.09.143.

9. Bierry G, Venkatasamy A, Kremer S, Dosch JC, Dietemann JL. Dual-energy CT in vertebral compression fractures: performance of visual and quantitative analysis for bone marrow edema demonstration with comparison

to MRI. *Skeletal Radiol.* 2014; 43(4): 485-492. doi:10.1007/s00256-013-1812-3.

10. Cavallaro M, D'Angelo T, Albrecht MH, et al. Comprehensive comparison of dual-energy computed tomography and magnetic resonance imaging for the assessment of bone marrow edema and fracture lines in acute

vertebral fractures. *Eur Radiol.* 2022; 32(1): 561-571. doi:10.1007/s00330-021-08081-8.

11. Wang CK, Tsai JM, Chuang MT, Wang MT, Huang KY, Lin RM. Bone Marrow Edema in Vertebral Compression Fractures: Detection with Dual-Energy CT. *Radiology.* 2013; 269(2): 525-533. doi:10.1148/radiol.13122577.

Summary

VALUE OF DUAL-ENERGY COMPUTED TOMOGRAPHY IN DETECTING BONE MARROW EDEMA IN VERTEBRAL COMPRESSION FRACTURES

This study aimed to evaluate the value of dual-energy computed tomography (DECT) in the detection of bone marrow edema in patients with vertebral compression fractures. 18 patients with 128 vertebral bodies undergoing both DECT and MRI were evaluated. The results show that the color-coded VNCa images for all vertebrae in the diagnosis of bone marrow edema have sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, and accuracy of 84.2%, 100%, 97.3% and 97.7%, respectively. Also, the difference in density between vertebrae with and without bone marrow edema was statistically significant ($p < 0.0001$). With an overall AUC of 0.935 and cutoff value of -13.1HU, the sensitivity and specificity of DECT as compared to MRI in detecting bone marrow edema were 89.5% and 91%. As such, DECT is a useful diagnostic tool compared to conventional CT, which can provide additional information on recent vertebral fractures and bone marrow edema. DECT can also be used as an adjunct to or as an alternative to MRI in patients with contraindications.

Keywords: Vertebral compression fracture, bone marrow edema, dual-energy computed tomography, dual source computed tomography, MRI.